

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-208943

(43)Date of publication of application : 26.07.2002

(51)Int.Cl.

H04L 12/56

(21)Application number : 2001-366236

(71)Applicant : ALCATEL CANADA INC

(22)Date of filing : 30.11.2001

(72)Inventor : DOLGANOW ANDREW
MCALLISTER SHAWN P

(30)Priority

Priority number : 2000 2327880
2001 877052

Priority date : 07.12.2000
11.06.2001

Priority country : CA
US

(54) SYSTEM AND METHOD FOR UPDATING CALL-BLOCKING-TRIGGERED TOPOLOGY IN SOURCE ROUTING SIGNALING PROTOCOL COMMUNICATION NETWORK

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an advertisement for resource information which is available for a link in a communication network.

SOLUTION: A source routing protocol is used in this network. In the protocol, the available resource advertisements are used to identify a path for a call routed through the node in the network. In this method, the available resource information for the node is advertised for adjacent nodes linked to the node in the network when the node receives a request for routing a connection through the link, and the resource is sought by the request which exceeds the available resources for the link but does not exceed the last advertised resources for the link.

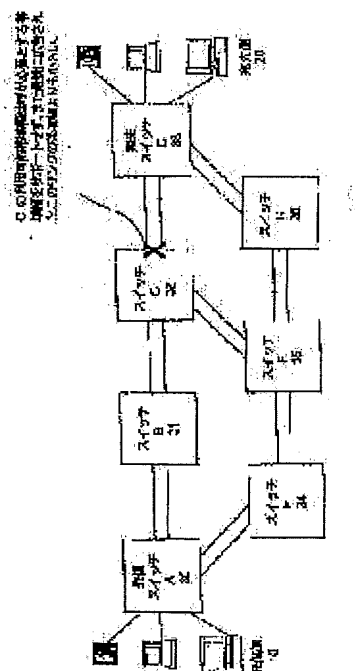


Figure 1

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-208943

(P 2 0 0 2 - 2 0 8 9 4 3 A)

(43) 公開日 平成14年7月26日 (2002.7.26)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H04L 12/56	100	H04L 12/56	100 B 5K030

審査請求 未請求 請求項の数15 O L 外国語出願 (全36頁)

(21) 出願番号	特願2001-366236 (P 2001-366236)	(71) 出願人	501279833 アルカテル・カナダ・インコーポレイテツド
(22) 出願日	平成13年11月30日 (2001.11.30)		カナダ国、オンタリオ・ケー・2・ケー・2・イー・6、カナタ、マーチ・ロード・600
(31) 優先権主張番号	2 3 2 7 8 8 0	(72) 発明者	アンドルー・ドルガノウ
(32) 優先日	平成12年12月7日 (2000.12.7)		カナダ国、オンタリオ・ケー・2・ティー・1・シー・9、カナタ、ヘムロ・クレセント・58
(33) 優先権主張国	カナダ (C A)	(74) 代理人	100062007 弁理士 川口 義雄 (外5名)
(31) 優先権主張番号	8 7 7 0 5 2		
(32) 優先日	平成13年6月11日 (2001.6.11)		
(33) 優先権主張国	米国 (U S)		

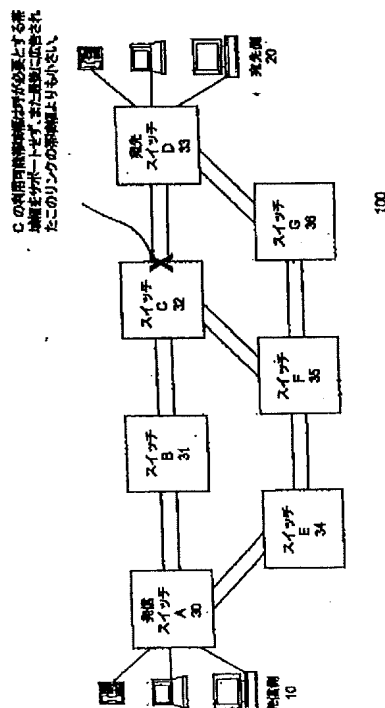
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ソースルーティングシグナリングプロトコル通信ネットワークにおけるコールブロッキングトリガトポロジ更新のためのシステムおよび方法

(57) 【要約】

【課題】 通信ネットワークにおいてリンクについて利用可能なリソース情報の広告を提供すること。

【解決手段】 このネットワークはソースルーティングプロトコルを使用する。ソースルーティングプロトコルでは、ネットワーク中のノードを通じてルーティングされる呼の経路を識別するために、利用可能なリソースの広告を使用する。ノードが、リンクを介して接続をルーティングする要求を受け取り、その要求がそのリンクについて利用可能なリソースを超えるリソースを求めているものの、そのリンクの最後に広告されたリソースは超えない場合に、この方法では、ネットワーク中でそのノードにリンクされた隣接ノードに、そのノードについて利用可能なリソース情報を広告する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 通信ネットワークにおいてリンクについて利用可能なリソースに関連する情報を広告する方法であって、前記ネットワークは、ソースルーティングプロトコルを使用し、前記リンクに関連する前記情報を利用してルーティングされる呼の経路を識別し、前記方法は、ノードが、前記リンクを介して接続をルーティングする要求を受信し、かつ前記要求が、前記リンクについて現在利用可能なリソースを超える要求されるリソースを求めているときに、前記情報を前記ノードにリンクされた隣接ノードに広告することを含む、通信ネットワークにおいてリンクについて利用可能なリソースに関連する情報を広告する方法。

【請求項 2】 前記要求が、前記リンクについて利用可能であるとして以前に広告されたリソースよりも少ないリソースを求めているときに、前記情報の広告が行われる、請求項 1 に記載のリンクについて利用可能なリソースに関連する情報を広告する方法。

【請求項 3】 前記通信ネットワークが ATM ネットワークである、請求項 1 に記載のリンクについて利用可能なリソースに関連する情報を広告する方法。

【請求項 4】 前記ソースルーティングプロトコルが PNNI プロトコルである、請求項 1 に記載のリンクについて利用可能なリソースに関連する情報を広告する方法。

【請求項 5】 前記情報が、リソース利用可能度情報グループ (RAIG) 内に含まれている、請求項 4 に記載のリンクについて利用可能なリソースに関連する情報を広告する方法。

【請求項 6】 前記 RAIG が、PNNI トポロジ状態エレメント (PTSE) 内に含まれている、請求項 5 に記載のリンクについて利用可能なリソースに関連する情報を広告する方法。

【請求項 7】 前記情報が利用可能帯域幅の情報である、請求項 6 に記載のリンクについて利用可能なリソースに関連する情報を広告する方法。

【請求項 8】 前記隣接ノードが、前記ネットワーク中の各ノードに送信すべく前記情報をフラッディングする、請求項 1 に記載のリンクについて利用可能なリソースに関連する情報を広告する方法。

【請求項 9】 通信ネットワークにおいてノードについて利用可能なリソースに関連する情報を広告するための装置であって、前記通信ネットワークは、ソースルーティングプロトコルを使用し、前記リンクに関連する前記情報を利用して、ルーティングされる呼の経路を識別し、前記装置は、

前記ノードに関連付けられた通信スイッチと、前記スイッチで動作して、前記スイッチのリンクについて前記利用可能なリソースに関連する前記情報を前記ネットワーク中の隣接スイッチに広告するためのプロシー

ジヤであって、前記スイッチは、前記ノードを介して接続をルーティングする要求を受信し、かつ前記要求が、前記ノードの前記利用可能なリソースを超えるリソースを求めているときに、前記利用可能なリソースに関連する前記情報を広告するためのプロシージャと、を含む、通信ネットワークにおいてノードについて利用可能なリソースに関連する情報を広告するための装置。

【請求項 10】 前記要求が前記リンクについて利用可能であるとして以前に広告されたリソースよりも少ないリソースを求めているときに、前記スイッチが、前記利用可能なリソースに関連する前記情報を広告する、請求項 9 に記載の、通信ネットワークにおいてノードについて利用可能なリソースに関連する情報を広告するための装置。

【請求項 11】 前記通信ネットワークが ATM ネットワークである、請求項 9 に記載の、通信ネットワークにおいてノードについて利用可能なリソースに関連する情報を広告するための装置。

【請求項 12】 前記ソースルーティングプロトコルが PNNI プロトコルである、請求項 9 に記載の、通信ネットワークにおいてノードについて利用可能なリソースに関連する情報を広告するための装置。

【請求項 13】 前記情報がリソース利用可能度情報グループ (RAIG) 内に含まれている、請求項 12 に記載の、通信ネットワークにおいてノードについて利用可能なリソースに関連する情報を広告するための装置。

【請求項 14】 前記 RAIG が PNNI トポロジ状態エレメント (PTSE) 内に含まれている、請求項 13 に記載の、通信ネットワークにおいてノードについて利用可能なリソースに関連する情報を広告するための装置。

【請求項 15】 前記情報が利用可能帯域幅の情報である、請求項 14 に記載の、通信ネットワークにおいてノードについて利用可能なリソースに関連する情報を広告するための装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、一般に通信システムに関し、より詳細には、ソースルーティングシグナリングプロトコル通信ネットワークにおけるコールブロッキングトリガトポロジ更新の方法およびシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】 発呼側 (ソース) と被呼側 (宛先) との通信は、通信ネットワークを介して確立することができる。このような通信ネットワークでは、そのような通信を行うことができる接続を確立するために、ルーティングプロトコルを使用することがある。ソースルーティングプロトコルをサポートする通信ネットワークは通例、呼をルーティングする別個の通信スイッチを多数備え

10

20

30

40

50

る。呼を確立するために、複数の中継スイッチ、すなわちノードを通じた経路に沿ってコールセットアップメッセージを送信する。

【0003】ソースルーティングプロトコルでは、ネットワーク中の各ノードが、そのノードが現在知るネットワークトポロジに基づいて宛先までの呼の経路を決定する。ソースノードは、所与の接続のセットアップに使用されるメッセージに、計算した経路をエンコードする。これにより、経路にある他のノードが、計算された経路に従うことができる。ネットワークトポロジが変化（例えば、ノードおよびリンクが出現する、またはなくなる、あるいは帯域幅消費が変化するなど）すると、所与の宛先までの経路が変わる可能性がある。こうした変化は、ソースノードが計算する経路に反映される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ネットワーク中のノードによって報告されるトポロジ変化の1つのタイプは、各リンクについて利用可能な帯域幅である。所与のリンクの帯域幅が変化すると、そのリンクの各末端にあるノードが新しい利用可能帯域幅を報告する。通例は、帯域幅が変化するたびに広告を発行するのは実用的ではない。変化を配布し、それに対応するには相当量のリソースを必要とするからである。このリソースはしばしば、呼のセットアップに使用できるリソースから持ってくる必要があるため、ネットワーク全体の効率を低減させてしまう。このため、「有効な変化」の概念を使用する。すなわち、帯域幅が、最後に広告された値から有効であると見なす値だけ変化する場合には、ノードが利用可能帯域幅の変化を広告する。この有効な変化に基づく広告には次のような欠点がある。有効な値の範囲を下回らない帯域幅の減少は「無効」と見なされ、したがってネットワークには広告されない。ネットワーク中の他のノードは帯域幅の減少に気付かず、実際の値がこの最後に広告された値よりも小さい場合でさえ、引き続きそのリンクの最後に広告された帯域幅を経路計算に使用することになる。最後に広告されたそのノードの帯域幅が所与の呼の帯域幅要件を満たすので、こうしたノードはいずれも上記のリンクを含む経路を構築することができる。しかし、ある呼の帯域幅要件が現在そのリンクについて利用可能な帯域幅よりも大きい場合には、コールアドミッション制御が特定リンク上でその要求を拒絶すると、その呼はブロックされる。

【0005】PNNI (Private Network-Network Interface) プロトコルは、有効な変化の概念を使用して帯域幅変化を広告するソースルーティングプロトコルの一例である。PNNIは、あるリンクにおいて何を有効な帯域幅変化と見なすかを定義する2つの制御パラメータ：利用可能セルレート比例乗数 ($AvCR_PM$) および利用可能セルレート最小閾値 ($AvCR_mT$) を提供する。 $AvCR_mT$

PMは、有効と見なす変化について、そのリンクの帯域幅が最後に広告された値から変化するべきパーセンテージを指定する。 $AvCR_mT$ は最小の閾値であり、最大セルレートのパーセンテージとして表され、非ゼロの無効範囲を保証する。リンクの帯域幅が消費されると、 $AvCR_mT$ に基づく値（すなわちリンク帯域幅 * $AvCR_mT$ ）が $AvCR_PM$ に基づく値を上回るまで、ノードは $AvCR_PM$ を使用して有効な変化を決定する。これが行われると、リンクの帯域幅がゼロに達するまで、または $AvCR_mT$ に基づく値だけ増加するまで、広告はそれ以上発行されない。古くなった最後のその利用可能帯域幅の広告の結果、ネットワーク中のノードがそれらの経路にそのリンクを含み、そのリンクについて現在利用可能な帯域幅よりも多くの帯域幅を必要とするために、ある呼がブロックすると、その呼は解除されるか、またはクランクバックされる。RELEASEメッセージは、リンク上の帯域幅が利用可能でなかったために呼がブロックされたことを示し、その呼をブロックしたリンクの現在利用可能帯域幅 ($AvCR$) を含むことが可能である。代替ルーティングを行い、ブロックされたリンクの回避を試みることができる。この振る舞いには次のような欠点がある。

【0006】1. 呼の発信 (launch) 元のノードは、ブロックされたリンクを迂回するようにその呼の再ルーティングを行うが、そのリンクのすべてのサービスカテゴリについての利用可能帯域幅に更新が行われてはいないので、一部の古くなったリンク情報が後続の呼のルーティングにさらに使用されることになる。これは、そのリンクを使用しようとしても、不十分な帯域幅のために使用することができない呼について、不必要な負荷がネットワークに生じることを意味する。古くなったリンク情報を使用するのは、そのリンクの $AvCR$ 情報が含まれる場合だけであることは理解されよう。

【0007】2. 呼がブロックされ、代替ルーティングを必要とすると、呼のセットアップ全体の待ち時間が増大する。

【0008】3. 極端な場合では、ルーティングを試みるたびに上記のような問題が生じる場合、呼をセットアップできないこともある。

【0009】4. 呼をセットアップできない際には、ソースノード、または多くとも経路にあるノードだけに新しい利用可能帯域幅が通知される。他のすべてのノードはなお、古くなった情報を有する。

【0010】この従来技術のシグナリングシステムの欠点の諸相に対処するためのルーティングシステムが必要とされている。

【0011】

【課題を解決するための手段】第1の態様では、通信ネットワークにおいてリンクについて利用可能なリソースに関連する情報を広告する方法を提供する。このネット

ワークでは、呼をルーティングする経路を識別するのに広告された情報を用いるソースルーティングプロトコルを使用する。この方法は、ノードが接続要求を受信し、その要求が、呼のルーティングに使用するノードのリンクについて利用可能なリソースを超えるリソースを求めているときに、そのノードにリンクされた隣接ノードに情報を広告することを含む。この方法はさらに、リソースを求める要求が最後に広告されたリソース値より小さい場合にも、情報を広告することができる。

【0012】この方法は、受信した情報を隣接ノードからその隣接ノードに伝播させて、ネットワーク全体を新しい情報で更新することを含むことが可能である。

【0013】この方法では、そのリンクについて利用可能であるとして以前に広告されたリソースよりも少ないリソースを要求が求める際に、情報を広告することができる。

【0014】この方法は、ATM通信ネットワークにおいて使用することができる。

【0015】この方法は、ソースルーティングプロトコルがPNNIプロトコルである場合に使用することができる。

【0016】さらに、この方法では、リソース利用可能度情報グループ(RAIG)に情報を含むことができる。

【0017】さらに、RAIGは、水平リンク、アップリンク、サマリアドレス、あるいは外部到達可能アドレスのような、PNNIネットワークトポロジの任意の要素を記述するPNNIトポロジ状態要素(PTSE)に含むことができる。

【0018】さらに、この方法は、利用可能帯域幅情報に関連する情報を有することができる。

【0019】第2の態様では、通信ネットワークにおいてノードで利用可能なリソースに関連する情報を広告するための装置を提供する。この通信ネットワークでは、ノードに関する情報を利用してルーティングされる呼の経路を識別するためのソースルーティングプロトコルを使用する。この装置は、ノードに関連付けられた通信スイッチと、そのスイッチで動作してそのノードで利用可能なリソースに関する情報をネットワーク中の隣接スイッチに広告するためのプロシージャを含む。スイッチは、ノードを介して接続をルーティングする要求を受信し、その要求がそのノードで利用可能なリソースを上回るリソースを求めているときに、利用可能なリソースに関する情報を広告する。

【0020】この装置は、そのノードに利用可能であるとして以前に広告されたリソースよりも少ないリソースを要求が求める時に利用可能なリソースに関する情報を広告するスイッチを有することも可能である。

【0021】この装置はATMネットワークにおいて使用することができる。

【0022】この装置では、ソースルーティングプロトコルはPNNIプロトコルでよい。

【0023】この装置は、リソース利用可能度情報グループ(RAIG)に情報を含むことができる。

【0024】この装置は、PNNIトポロジ状態要素(PTSE)に含まれたRAIGを有することができる。

【0025】この装置は、利用可能帯域幅情報としての情報を有することができる。

【0026】他の態様では、本発明は、上記の態様の種々の組み合わせおよびサブセットを提供する。

【0027】本発明をよりよく理解するため、また本発明をどのように実施するかをより明らかに示すために、ここで例として、本発明の好ましい実施形態を示す添付図面を参照する。

【0028】

【発明の実施の形態】以下の説明、およびそれに含まれる実施形態は、本発明の原理の特定の実施形態の1つまたは複数の実施例を説明するために提供される。これらの実施例は説明のために提供されるもので、本発明の原理を制限するものではない。以下の説明では、明細書および図面の全体を通して、同じ要素には同じそれぞれの参照番号をつけている。

【0029】一般に、この実施形態は、ソースルーティングおよび有効なリソース変化の検出を利用する通信ネットワークにおいてリソース情報(例えば利用可能帯域幅)を通信および利用するための方法および装置を提供する。

【0030】帯域幅情報をネットワークトポロジに関連するものとして理解することにより、接続セットアップメッセージを生成するソースノードは、ルーティングする接続の帯域幅要件を帯域幅がサポートしないネットワーク部分を回避するインテリジェントな方式で、接続セットアップメッセージをルーティングすることができる。

【0031】この実施形態の態様は、図1~4を参照することにより、一層の理解を得ることができる。図1は、通信ネットワーク100を表しているが、このネットワークは、パケットベースまたはセルベースの通信ネットワークでよい。通信ネットワーク100は、ATMセルを使用してネットワーク中にデータトラフィックを伝搬する非同期転送モード(ATM)ネットワークでよい。ネットワーク100では、ネットワーク100に含まれる各種スイッチ30~36を通じて接続を確立することにより、発信源10が宛先側20と通信することが可能になる。発信源10および宛先側20はそれぞれ、ルータでも、ルータに結合されたネットワークでも、あるいはパーソナルコンピュータ、ファクシミリ機、ビデオ電話などのエンドユーザデバイスでも、または通信ネットワークを介してデータを送受信する任意のデバイス

でもよい。発信源 10 が宛先側 20 との通信を確立するように要求すると、発信スイッチ A 30 は、パケットまたはセルが接続に沿ってネットワークを移動し、宛先側 20 に配信されるように、宛先スイッチ D 33 との接続の確立を試みる。

【0032】ソースルーティングプロトコルは、ネットワーク内の各ノードが、そのノードの知るネットワークトポロジに基づいて、特定の宛先までの経路を決定することを可能にする。通例は、ネットワーク内の各種スイッチまたはノードのそれぞれが、ルーティングテーブルまたはその他のデータベースを記憶しており、これに、呼のルーティングに使用する可能性のあるネットワークの各種リンク（すなわちトポロジ）に関するパラメータが含まれている。特定の宛先までの経路を決定するには、このテーブルを調べて、宛先までの経路を決定する。経路の選択には、最も効率のよい経路を決定することを含んでよく、この場合には、費用、帯域幅の利用可能度など種々の基準を考慮に入れる。この基準には、最後に広告された値だけを使用する。こうした基準の一部の値変化によりネットワークを更新する際に、「有効な変化」の概念を用いる場合には特に、これらの値が基準の現在の値と異なることがある。

【0033】例えば、発信スイッチ A 30 が、宛先スイッチ D 33 との接続を確立したい場合には、ある可能性の高い経路が、スイッチ B 31 とスイッチ C 32 を通じた接続を経路指定する可能性がある。経路は、ネットワーク中のノードによって最後に広告された帯域幅に基づき、呼の帯域幅要件を満たす経路を決定するソースノードによって選択される。スイッチ C 32 から出て行くリンクについて利用可能な帯域幅が呼を満たさない場合、リンクの帯域幅が減少しているものの、その変化が無効と見なされているために、スイッチ A 30 は十分な帯域幅があるとおも認識して、接続セットアップメッセージを発行する。このメッセージは決定された経路に従ってネットワーク中を移動し、接続を確立する。この接続セットアップメッセージは、呼がスイッチ C 32 を出するのに使用するリンク上で呼をブロックする。これは、そのリンクに、呼を処理するのに十分な帯域幅がないからである。従来技術のシステムでは、ノード C 32 が、ソースノードへのその呼のクランクバックを備えた RELEASE メッセージを発行する。このメッセージには、リンク上の現在の A v C R、および帯域幅が利用可能でなかったために呼がブロックされたという事実を含むことができる。その呼は次いで、そのリンクまたはそのノードを完全に回避するように、ソースノードでルーティングすることができる。しかし、そのソースノードからの後続の呼、またはネットワーク中の他ノードからの後続の呼で、呼をブロックしたそのリンクについて利用可能であるよりも多くの帯域幅を必要とするものはいずれも、古くなった最後に広告された帯域幅値がその呼の帯

域幅要件を満たす場合には、そのリンクを再度使用しようとする。

【0034】この実施形態は、PNNI ルーティングプロトコルおよびシグナリングプロトコルを利用した、通信ネットワークにおけるルーティングプロトコルの改良した使用法を提供する。PNNI ルーティングプロトコルおよびシグナリングプロトコルに関する詳細は、1996 年 3 月に ATM Forum から出版された「Private Network-Network Interface Specification Version 1.0」で得ることができる。この文献は参照により本明細書に組み込む。

【0035】詳細には、PNNI プロトコルでは、2つの個別の、しかし相互に関連するプロトコルおよび機能を規定して、ノード間およびネットワーク間のユーザパケットまたはセルストリームを制御するという目的を達成していることが知られている。PNNI プロトコルは、切り替えられる仮想接続をどのように確立し、次いで（必要であれば）自動的にネットワークスイッチ間で再ルーティングするかを定義する。

【0036】PNNI ルーティングプロトコルは、スイッチ間およびスイッチのクラスタ間で、トポロジ情報を配布するために定義される。この情報は、ネットワーク中のユーザパケットまたはセルストリームの経路計算に使用される。階層的メカニズムにより、PNNI プロトコルが、大規模な世界規模の ATM ネットワークに対して良好にスケールすることが保証される。PNNI 階層メカニズムの主要な特性は、アドレス構造がトポロジを反映するネットワーク内で、階層メカニズム自身を自動的に構成できる点である。PNNI のトポロジおよびルーティングは、よく知られるリンクステートルーティング技術に基づいている。

【0037】PNNI シグナリングプロトコルは、メッセージを使用して、ATM ネットワーク中にポイントツーポイント、およびポイントツーマルチポイントの接続を確立する。このプロトコルは、ATM Forum UNI シグナリングに基づくもので、ソースルーティングをサポートするための追加の機構と、より前のノードへのクランクバック、および呼要求をブロックする中継ノードを迂回してルーティングするための、呼セットアップ要求の代替ルーティングを備える。

【0038】PNNI ルーティングは、最低レベルノードのネットワークに適用される。データは最低レベルノードを通して、他の最低レベルノード、そしてエンドシステムに至る。エンドシステムは、接続の起点（point of origin）であり終端である。あるノードのスイッチングシステムに、別のノードのスイッチングシステムを接続する物理リンクは、トラフィックをどちらの方向にも運べるという点で二重である。ただし、容量が異なるか、または既存のトラフィック負荷が

異なることにより、物理リンクの特性がそれぞれの方向で異なる場合もある。この構造は、規模の小さなネットワークには効率的であるが、各ノードがネットワーク全体のトポロジを維持しなければならないので、規模の大きなネットワークにはあまり効率的ではない。

【0039】より大きなネットワークにおける効率性を改善するために、PNNI階層は、最低レベルノードがピアグループへと編成された最低レベルから始まっている。最低の階層レベルのコンテキストにおける論理ノードが、最低レベルノードである。論理ノードは、しばしば簡潔にノードと表す。ピアグループは論理ノードの集合で、各論理ノードはグループの他メンバと情報を交換し、すべてのメンバがそのグループの同一のビューを維持する。

【0040】各ノードはその隣接ノードと通信し、これによりそのローカルな状態の情報を決定する。この状態情報は、そのノードのすぐ隣の近隣ノードの識別およびピアグループのメンバーシップ、および近隣ノードへのそのリンクのステータスを含む。各ノードはその状態情報を、PNNIトポロジ状態エレメント(PTSE)にバンドルし、これをそのピアグループ全体に確実にフラッディングする。

【0041】フラッディングとは、ピアグループ全体にわたってPTSEをホップバイホップで確実に伝播することである。これにより、ピアグループ中の各ノードが、同一のトポロジデータベースを維持することが保証される。フラッディングは、PNNIにおける広告機構である。基本的に、フラッディングの手順は以下の通りである。PTSEは送信のために、PNNIトポロジ状態パケット(PTSP)にカプセル化する。PTSPを受信すると、その構成要素であるPTSEを調べる。各PTSEは、確認パケット内にそのPTSEヘッダからの情報をカプセル化することによって確認され、確認パケットは送信元の近隣ノードに送り返される。PTSEが新しいか、またはそのノードの現在のコピーに比べてより新しいものである場合は、それをトポロジデータベースにインストールし、そのPTSEをそこから受信したノードを除くすべての近隣ノードにフラッディングする。近隣ノードに送信されるPTSEは、確認されるまで周期的に送信される。

【0042】PTSEは、ピアグループ内のすべての論理ノードの間で1単位としてフラッディングされる、PNNIルーティング情報の最小の集合である。ノードのトポロジデータベースは、受信したすべてのPTSEの集合で構成されており、これが、PNNIルーティングドメインのそのノードの現時点のビューを表す。詳細には、トポロジデータベースは、所与のノードから、そのルーティングドメイン内で到達可能な、またはそのドメインを通じて到達可能な任意のアドレスまでのルートの計算に必要とされるすべての情報を提供する。

【0043】あらゆるノードがPTSEを生成し、これは、それ自体の識別、能力、ならびにPNNI階層の確立に使用される情報を記述する。これはノード情報と呼ばれる。PTSEは、諸事項の中でも特に、トポロジ状態パラメータ(すなわち、論理リンクの特性を記述するリンク状態パラメータ、およびノードの特性を記述するノード状態パラメータ)を含む。フラッディングは常に進行するアクティビティである。すなわち、各ノードが、更新された情報を含むPTSEを有するPTSPを発行する。トポロジデータベースに含まれるPTSEは古くなり、新しく入ってくるPTSEによって更新(refresh)されない場合は、所定期間後に除去される。特定のPTSEを最初に発信するノードだけが、そのPTSEを再発信することができる。

【0044】PNNIシグナリングプロトコルは、ルーティングプロトコルによって決定される経路に沿って、呼のATM接続をセットアップする。ルーティングプロトコルは、トポロジおよびエンドユーザの2レベルのアドレスを階層的に使用する。PNNIリンクを介したトポロジ情報の交換を通じて、あらゆるノードが、ネットワーク全体を階層的に要約したバージョンにおける、利用可能帯域幅、費用、サービス品質(QoS)メトリックを知る。ソースノードは、このメトリックを使用して、要求される帯域幅およびQoS基準を満たす最良のルートを選択する。ソースから宛先までの経路に関する情報はソースノードで計算され、ソースが発信するシグナリングメッセージ中の指定中継リスト(DTL)に置かれる。DTLは、ピアグループ中の移動に使用されるあらゆるノードを含む。経路中の中間ノードはそのドメインにおいてDTLを拡張し、ドメイン内のノードが呼をブロックする場合には、クランクバックして代替経路を見つける。

【0045】ソースPNNIノード(DTL発信源またはピアグループ入口境界ノード)は、要求されるQoS、およびフラッディングされたPTSEから得た、ネットワーク状態についてのその知識に基づいて、ネットワーク中の経路を決定する。動的に変化するネットワークでは、ソースノードは、真のネットワーク状態の不完全な近似しか有さない。この不完全性が生じるのは、フラッディングされる情報は常に現在のネットワーク状態よりも古いからである。この結果、DTLにリストされた、ソースノードによる最良経路の計算により、呼がノードでブロックされることがある。これはその次のリンクが、呼を接続するのに十分な帯域幅を有さないからである。

【0046】PTSEは、通例は30分ごとなど、周期的にも、またイベントドリブン式でも再発行される。帯域幅が変化するたびにPTSEを再発行することは、変化を配布し、それに対応するのに相当のリソースを必要とするので実用的ではない。これらのリソースはしばしば

ば、呼のセットアップに使用できるリソースから持つてくる必要があり、ネットワーク全体の効率性を低減させることになる。その結果、ノードをトリガしてそのPTSEを再発行させるイベントは、利用可能帯域幅または利用可能セルレート(AvCR)の「有効な変化」となる。AvCRは、ルート決定の際に単一のネットワークリンクまたはノードに適用される、トラフィッククラスごとのセルにおける秒単位の利用可能帯域幅の測定単位(measure)である。

【0047】先に触れたように、AvCRの変化は、最後に広告された値との比例差の形で測定する。比例乗数(AvCR__PM)パラメータはパーセンテージで表され、AvCRの有効な変化の定義に柔軟性のあるコントロールを提供する。また、最小閾値(AvCR__mT)パラメータもあり、これは最大セルレートに対するパーセンテージとして表され、無効の範囲が非ゼロになることを保証する。

【0048】以前に広告されたAvCRの値を与えられ、ネットワークは、無効の範囲を定義する、AvCRの上限および下限を確立することができる。この範囲内にある、計算されたAvCRの新しい値はいずれも、以前の値に対して有効な変化ではない。この範囲外にあるAvCRの新しい値はいずれも有効な変化となる。

【0049】あるリンクについて利用可能な帯域幅が何らかの下限に達すると、この値より小さいその後の帯域

幅の変化はすべて、利用可能帯域幅が0に達するまで無効と見なされる。

【0050】有効な変化に基づくPTSEの再発行には次の欠点がある。すなわち、リンクの帯域幅が減少して、最後に広告された値は下回るものの有効な変化の閾値を超えない場合には、そのリンクに新しい広告は発行されない。ネットワーク中の他のノードは帯域幅の減少に気付かずに、実際の値が最後に広告された値よりも小さいものである可能性が高い場合でも、引き続き経路計算にそのリンクの最後に広告された帯域幅を使用する。呼の帯域幅要件が、現在そのリンクについて利用可能な帯域幅よりも大きい場合は、その呼は、そのリンクを使用しようとするブロックされる。

【0051】広告メッセージには、リソース利用可能性情報グループ(RAIG)データ構造を使用することができる。このデータ構造は、PNNIネットワークにおいて、あるノードで利用可能なリソース状態を他のノードに通信するのに使用することができる。RAIGは、トポロジ状態パラメータの値を、ノード、リンク、および到達可能アドレスに結びつけるに使用される情報を含む。表Aは、RAIGデータセットの一例を示すものである。RAIGは、ノードのPTSEに組み込んでよい。

【表1】

表A：リソース利用可能度情報グループのデータ構造

オフセット	サイズ (バイト)	名前	機能/説明
0	2	タイプ	タイプ=128は出て行く際のリソース利用可能度情報 タイプ=129は入ってくる際のリソース利用可能度情報
2	2	長さ	
4	2	RAIGフラグ	ビット定義については表5～23のRAIGフラグを参照
6	2	予備	
8	4	管理の重み	デフォルト値=DefaultAdminWeight、加法
12	4	最大セルレート	単位：セル/秒
16	4	利用可能セルレート	単位：セル/秒
20	4	セル転送遅延	単位：マイクロ秒
24	4	セル遅延変動	単位：マイクロ秒
28	2	セル損失比 (CLP=0)	値の負の対数として符号化される。すなわちあるメッセージ中の値nは 10^n のCLRを表す。
30	2	セル損失比 (CLP=+1)	値の負の対数として符号化される。すなわちあるメッセージ中の値nは 10^n のCLRを表す。
任意選択のGCAC関連情報:			
32	2	タイプ	タイプ=160 (任意選択のGCACパラメータ)
34	2	長さ	
36	4	セルレートマージン	単位：セル/秒
40	4	分散係数	2^8 の単位。注:分散係数の値=0xFFFFFFFFは無限を表すのに使用される。

【0052】個別の利用可能セルレート値は、各サービスカテゴリが、新しい呼をサポートするのにそのノードで利用可能な帯域幅を記述するために広告することができる。新しい呼に使用できる実際の帯域幅は、コールアドミッション制御(CAC)によって決定される。PNNIではこれを変更せずに、GCACが新しい呼のルーティングに使用する場合に、この値を他の使用されるPNNIノードに広告する。

【0053】引き続きこの実施形態の例を説明すると、図2は帯域幅監視プロセッサ158を示す。これは、図1の通信ネットワーク100のスイッチC32内に含んでよい。スイッチC32は、使用不可能な帯域幅による接続アドミッションコントロールの失敗を検出し、それに対応する利用可能帯域幅の通知を通信ネットワーク100内の追加のスイッチ、すなわちノードに提供することができる。ひとたび追加スイッチに通じると、新しい利用可能帯域幅の情報を利用して、ネットワーク機能を実行することができる。この機能には、リンクの新しく広告された帯域幅値が帯域幅要件を満たす場合のみ、接続セットアップメッセージまたはコントロールプレーンデータグラムメッセージを送信することが含まれる。

【0054】スイッチ32内に含まれている帯域幅監視

プロセッサ158は、処理モジュール152およびメモリ154を含む。処理モジュール152は、単一または複数の処理エンティティを含むことができる。この処理エンティティは、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、マイクロコンピュータ、デジタル信号プロセッサ、中央演算処理装置、状態機械、論理回路のグループ、あるいは動作命令すなわちプログラミング命令に基づいて情報を処理する任意の装置でよい。

【0055】メモリ154は、単一または複数のメモリ装置でよい。このメモリ装置は、読み出し専用メモリ装置、ランダムアクセスメモリ装置、フロッピー(登録商標)ディスク、ハードドライブメモリ、磁気テープメモリ、DVDメモリ、あるいはデジタル情報を記憶する任意の装置でよい。処理モジュール152が、その機能の1つまたは複数の状態機械または論理回路に実行させる場合は、その機能に対応する動作命令を含んだメモリをその状態機械または論理回路内に組み込むことに留意されたい。

【0056】メモリ154はプログラミング命令すなわち動作命令を記憶しており、この命令を処理モジュール152が実行するときに、図3に示す方法を処理モジュール152に実行させる。この実施形態の方法に含まれ

る種々のステップは、メモリ 154 に含まれる動作命令に依存しない、処理モジュール 152 とは別のハードウェアか、処理モジュール 152 内に含まれているハードウェアを利用して実行してもよいことに留意されたい。

【0057】したがって、この実施形態は PNNI ルーティングの態様を利用し、かつ修正することにより、ノードに対する情報の広告を改良して、知られている PNNI シグナリングプロトコルおよびルーティングプロトコルの制約に対処する。この実施形態は PNNI 通信規格に準拠している。

【0058】この実施形態の重要な特性は、リンク関連の情報を広告するためのトリガ機構である。リンクが呼の帯域幅要件は満たさないものの、最後に広告された帯域幅を満たすために、スイッチ C32 を出するのに使用されるリンクで呼がブロックされた場合、この実施形態は、そのリンクの新しい利用可能帯域幅を、ネットワーク中のすべてのノードに通信する手段を提供する。上記の従来技術の手順に加えて、スイッチ C32 は、呼をブロックしたリンクの現在の利用可能帯域幅を含む新しい帯域幅広告をトリガする。新しい広告はネットワークのそのリンクのビューを更新し、ソースノード A30 を含むネットワーク中のすべてのノードで、現在そのリンクについて利用可能な帯域幅を上回る帯域幅を必要とする呼についてはそのリンクを除外させる。

【0059】PNNI を使用すると、この実施形態は、上記のように呼がブロックされた場合にはいつでも、新しい水平リンク、アップリンク、または到達可能アドレス（適用できるもの）の PTSE 広告を発行することによって実施することができる。PTSE 広告は、表 A に示すような適切な RAIG を含むことができる。新しい帯域幅情報は、表 A のフィールド「利用可能セルレート」に含むことができる。

【0060】この実施形態は以下を提供することが認識されよう。

【0061】1. 古くなった広告が原因で呼がブロックすると、必要に応じてネットワークポロジを更新することにより、コールブロッキングを低減する機構。

【0062】2. コールセットアップ待ち時間を短縮し、ネットワーク負荷を低減する機構。ノードは、呼のブロックの通知に迅速に反応して、リソースが不十分であるリンクを回避することができる。

【0063】3. 古い広告が呼のセットアップに否定的に影響すると直ちにネットワークポロジが再び更新され、すると、呼の失敗が起こる確率を減らす機構。

【0064】4. 帯域幅変化の更新に必要なネットワークリソースを減らす機構。有効な変化をより保守的に定義することができ、これにより、最後に広告された値が他のノードに呼をブロックさせる場合にのみ、ネットワークに新しい帯域幅値を再広告させることができる。

【0065】この実施形態のこの機構は、0 から Max

CR * AvCR_MT のノード帯域幅範囲における帯域幅の不足のために呼がブロックされた場合、およびノード広告における有効な変化が過度に保守的に設定される場合（すなわち、利用可能帯域幅の減少に伴いノードが有効な帯域幅変化を広告する前に CAC で呼がブロックされ始める場合）に、AvCR 広告が行われることを保証する。

【0066】図 1 および 3 を参照して、PNNI ルーティングにおけるこの実施形態の実施の例を示している。

ここで、呼がノード C32 を出するのに使用するリンクは、およそ 620 Mbps の Max CR を有する OC-12 トランクグループである。したがって、この実施形態で可能な最小の値である 1 % の AvCR_MT 値の場合には、利用可能帯域幅が 0 Mbps から 6.2 Mbps の間であるとき、すべての利用可能帯域幅の変化は無効と見なされ、したがって広告されないことになる。

【0067】第 1 のシナリオでは、ある呼が、現在の AvCR 値以下である範囲 300 内の帯域幅を要求している。この呼は承認される。帯域幅がまだ 0 Mbps に達していないので、このノードのために新しい広告は発行されない（PNNI 仕様 1.0 による）。

【0068】第 2 のシナリオでは、ある呼が、現在の AvCR 値は上回るが、最後に広告された AvCR 値は下回る範囲 302 内の帯域幅を要求している。例えば、ネットワーク 100 のノード F35 が 5 Mbps、すなわち帯域幅 302 にある呼をソースルーティングしており、DTL 経路が、ノード C32 の OC-12 リンクを含むとする（最後に広告された帯域幅が呼の帯域幅要件を満たすので、このノードは含まれる）。したがって、呼は計算された経路を使用してノード C32 を通じて送信され、ノード C32 でブロックし、ソースノードにクランクバックされる。ソースノードはその呼を再ルーティングしなければならない。

【0069】この実施形態で実施される機構がない場合、上記のシナリオは、1.5 Mbps 以上、すなわち帯域幅 302 の範囲内の必要とするすべての呼の試みについて継続し、これは次のいずれかが起こるまで行われる。

【0070】1. ノードの帯域幅が、ブロックされた呼を受け入れるのに十分なまで増加する。

【0071】2. ノードの帯域幅が 0 まで下がり、新しい広告が発行される。

【0072】3. PNNI プロトコルイベントにより、最新のノードのデータを有する新しい広告が行われる。

【0073】しかし、この実施形態の機構を用いると、最初にブロックされた呼が、1.5 Mbps、すなわち帯域幅 302 の範囲内にある、更新された AvCR 値を含んだ新しい広告をトリガする。ソースノードおよびネットワーク中のすべての他のノードは、新しい広告を受信し、自分のルーティングテーブルを再計算し、5 Mb

10

20

30

40

50

p s の呼をルーティングするためにはノード C 3 2 上の O C - 1 2 リンクをそれ以上使用しない（このリンクはもはや呼の帯域幅要件を満たさない）。ソースノードが新しい広告に対して正しく対応することができない（すなわち経路選択中に G C A C を実行しない）場合は、なおそのノードを含む経路を使用して呼をルーティングし、C A C に失敗し続けることに留意されたい。ただし、呼が必要とする帯域幅がそのノードのための最後に広告された値よりも大きいので、この場合には新しい広告は発行されない。

【0074】第3のシナリオで、ある呼が範囲 304 に当たる帯域幅（最後に広告された A v C R 値を超える帯域幅）を要求している場合、この呼は C A C で拒絶され、新しい広告は発行されない。これは、その呼が要求する帯域幅が最後に広告された値よりも大きいからである。

【0075】図4を参照すると、この実施形態の一実施を示している。図4は、図1の発信スイッチ A 30 を示しており、図では接続プロセッサ 138 を含んでいる。接続プロセッサ 138 は、発信スイッチ A 30、または 20 ネットワーク中の他の任意のスイッチが、コールブロック表示メッセージを受信および解釈し、ネットワーク効率を増すようにそれを適用することを可能にする。接続プロセッサ 138 は、処理モジュール 132 およびメモリ 134 を含む。上記と同様に、処理モジュール 132 は、多様な処理エンティティを含むことができ、メモリ 134 は多様なメモリ装置のうちの1つまたは複数でよい。可能な処理エンティティおよびメモリ構造の主要な一覧を、上記で図2に関して説明した処理モジュール 152 およびメモリ 154 との関連で明らかにした。

【0076】メモリ 134 は、処理モジュール 132 に呼の再ルーティングを実行させるプログラミング命令すなわち動作命令を記憶する。当業者は、再ルーティングは、ソフトウェアおよびハードウェアで実施してよいことを理解されよう。

【0077】スイッチ A 30 は、ネットワークトポロジ

情報、およびネットワーク中のノードについての帯域幅利用可能度情報を含むデータベースを有することが可能である。このデータベース中の情報をスイッチ A 30 が使用して、ノードを通過する呼が必要とする帯域幅に基づいて、あるリンクを含むかまたは除外するように、経路を計算して新しい経路を作成することができる。

【0078】ノードに関連付けられた別のリソース、すなわち帯域幅以外のリソースに、上記の帯域幅の場合と同様の消費問題が生じた場合には、他の実施形態が広告をトリガすることができることを理解されたい。

【0079】当業者には本発明およびその各種の態様の変形例および修正例の実施が明らかになること、および本発明はここに説明した固有の実施形態に限定されないことを理解されよう。したがって、本明細書に開示し、特許請求する基本的な基礎原理の精神および範囲に該当するありとあらゆる変更例、変形例、または同等物は、本発明によって包含されることを企図する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態によるデータ通信ネットワークのブロック図である。

【図2】図1の実施形態による帯域幅監視プロセッサのブロック図である。

【図3】例示的な帯域幅使用、および図1の実施形態によって発行される広告を示す図である。

【図4】図1の実施形態による接続プロセッサのブロック図である。

【符号の説明】

10 発信側
20 宛先側
30、31、32、33、34、35、36 スイッチ
100 通信ネットワーク
132、152 処理モジュール
134、154 メモリ
138 接続プロセッサ
158 帯域幅監視プロセッサ

【図2】

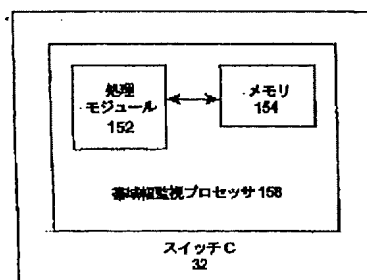


Figure 2

【図 1】

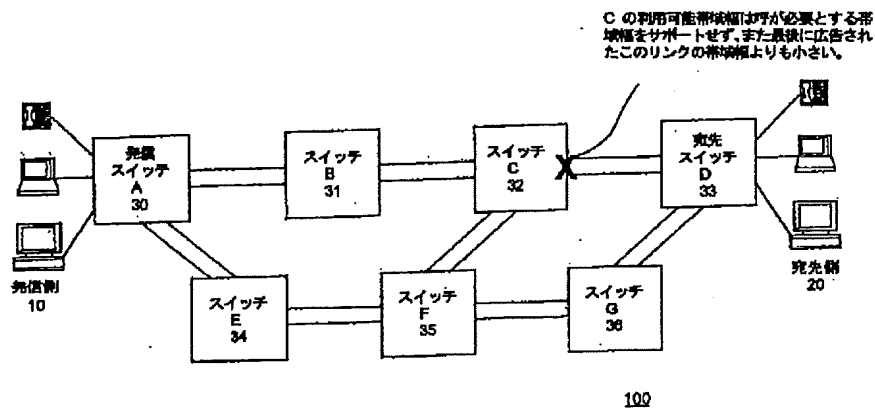


Figure 1

【図 4】

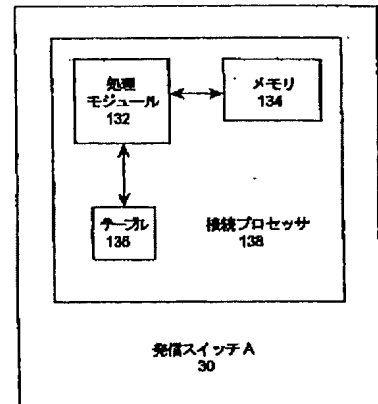


Figure 4

【図 3】

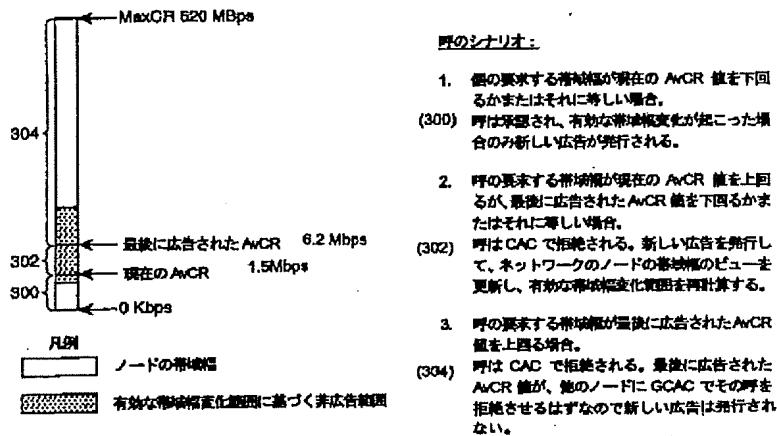


Figure 3

フロントページの続き

(72)発明者 シヤウン・ピー・マクアリスター
カナダ国、オンタリオ・ケー・４・エム・
１・ケー・８、マノテック、レベル・ドラ
イブ・1330

Fターム(参考) 5K030 HA10 LB05 LC09

【外国語明細書】

1. Title of Invention

SYSTEM AND METHOD FOR CALL-BLOCKING-TRIGGERED
TOPOLOGY UPDATES IN SOURCE ROUTED SIGNALING
PROTOCOL COMMUNICATION NETWORKS

2. Claims

1. A method of advertising information related to available resources for a link in a communication network, said network using a source routing protocol for identifying a path for a call routed utilizing said information related to said link, said method comprising advertising said information to adjacent nodes linked to said node when said node receives a request for a connection to be routed over said link, said request seeking requested resources exceeding current available resources for said link.
2. A method of advertising information related to available resources for a link as in claim 1, wherein said advertising information occurs when said request seeks less resources than resources previously advertised as available for said link.
3. A method of advertising information related to available resources for a link as in claim 1, wherein said communication network is an ATM network.
4. A method of advertising information related to available resources for a link as in claim 1, wherein said source routing protocol is a PNNI protocol.
5. A method of advertising information related to available resources for a link as in claim 4, wherein said information is contained within a resource availability information group (RAIG).

6. A method of advertising information related to available resources for a link as in claim 5, wherein said RAIG is contained within a PNNI Topology State Element (PTSE).
7. A method of advertising information related to available resources for a link as in claim 6, wherein said information is available bandwidth information.
8. A method of advertising information related to available resources for a link as in claim 1, wherein said adjacent nodes flood said information to be sent to each node in said network.
9. An apparatus for advertising information relating to available resources for a node in a communication network, said communication network using a source routing protocol for identifying a path for a call routed utilizing said information related to said link, said apparatus comprising:
 - a communication switch associated with said node; and
 - a procedure operating on said switch for advertising said information relating to said available resources for links of said switch to adjacent switches in said network, wherein said switch advertises said information relating to said available resources when said switch receives a request for a connection to be routed over said node; said request seeking resources exceeding said available resources for said node.

10. An apparatus for advertising information relating to available resources for a node in a communication network as claimed in claim 9, wherein said switch advertises said information relating to said available resources when said request seeks less resources than resources previously advertised as available for said link.

11. An apparatus for advertising information relating to available resources for a node in a communication network as claimed in claim 9, wherein said communication network is an ATM network.

12. An apparatus for advertising information relating to available resources for a node in a communication network as claimed in claim 9, wherein said source routing protocol is a PNNI protocol.

13. An apparatus for advertising information relating to available resources for a node in a communication network as claimed in claim 12, wherein said information is contained within a resource availability information group (RAIG).

14. An apparatus for advertising information relating to available resources for a node in a communication network as claimed in claim 13, wherein said RAIG is contained within a PNNI Topology State Element (PTSE).

15. An apparatus for advertising information relating to available resources for a node in a communication network as claimed in claim 14, wherein said information is available bandwidth information.

3. Detailed Description of Invention

FIELD OF THE INVENTION

The invention relates generally to communication systems, and more particularly, to a method and system for call-blocking-triggered topology updates in source routed signaling protocol communication networks.

BACKGROUND OF THE INVENTION

Communication between a calling party (source) and a called party (destination) may be established over a communication network. Such a communication network may use routing protocols in order to establish connections over which such communication can occur. Communication networks that support source routing protocols typically comprise a number of individual communication switches through which calls are routed. A call set-up message is sent along a path through a number of intervening switches, or nodes, in order to establish the call.

In source routing protocols, each node in the network determines a path to the destination of a call based on current knowledge of that node of the network topology. A source node encodes the computed path in a message used to setup a given connection, so other nodes along the path can follow the computed path. As network topology changes (for example, nodes and links appear or disappear or bandwidth consumption changes) a path to a given destination may change. These changes are reflected in a path computed by the source node.

One type of topology change reported by nodes in the network is bandwidth available on each link. As the bandwidth on a given link changes, nodes at each end of the link report the new available bandwidth. Issuing an advertisement with each bandwidth change is usually not practical, as it would require significant resources to distribute the changes and to act upon them. These resources would often need to be

taken from resources available for setup of calls, hence decreasing overall network efficiency. As a result, a concept of "significant change" is used: a node advertises a change in available bandwidth only when the bandwidth changes by a value deemed significant from the last advertised value. The significant-change-based advertisements have the following drawback: decreases in bandwidth that do not cross the significant value bound are deemed "insignificant", and hence are not advertised to the network. The other nodes in the network, unaware of the decrease in bandwidth, keep using the last advertised bandwidth of that link in their path computations, even though the actual value is less than this last advertised value. Any of these nodes can build a path that includes the above link because its last advertised bandwidth satisfies the bandwidth requirements of a given call. However, if the bandwidth requirements of a call are greater than the bandwidth currently available on that link, the call blocks when a Call Admission Control rejects the request on a particular link.

Private Network-Network Interface (PNNI) protocol is an example of a source routing protocol that advertises bandwidth changes using a concept of the significant change. PNNI provides two control parameters that define what is deemed significant bandwidth change on a link: Available Cell Rate Proportional Multiplier (AvCR_PM) and Available Call Rate Minimum Threshold (AvCR_mT). AvCR_PM specifies the percentage that the bandwidth of the link must change from the last advertised value for a change to be deemed significant. AvCR_mT is a minimum threshold, expressed as a percentage of the maximum cell rate, ensuring a non-zero range of insignificance. As the bandwidth on the link is being consumed AvCR_PM is used by the node to determine significant changes until the value based on AvCR_mT (i.e. link bandwidth * AvCR_mT) becomes bigger than that based on AvCR_PM. When this takes place no further advertisement is issued until the link's bandwidth reaches zero or increases by the AvCR_mT-based value. When nodes in the network include the link in their paths as a result of its last outdated available bandwidth advertisement, and a call blocks, because it requires more bandwidth than the link's current available bandwidth, the call is released or cranked back. RELEASE message may indicate that the call blocked because the bandwidth on the link was not available, and may include the current available bandwidth

(AvCR) on the link that blocked the call. An alternate routing may take place to attempt to avoid the blocked link. Such behaviour has the following drawbacks:

1. A node launching the call performs a re-route for that call around the blocked link but, since no update to the link's available bandwidth for all service categories occurs some outdated link information is still used in routing subsequent calls. This means that an unnecessary load is presented to the network for calls that try to use the link but fail because of an inadequate bandwidth. It will be appreciated that outdated link information is used only if AvCR information is included for the link;
2. The overall call's setup latency increases as calls block and need to be alternate routed;
3. In an extreme case, a call may fail to be setup if each routing attempt experiences the above-described problem; and
4. Only a source node or at most nodes along the path are informed about new available bandwidth when the call fails. All other nodes still have the outdated information.

There is a need for a routing system to address aspects of shortcomings of the prior art signaling systems.

SUMMARY

In a first aspect, a method of advertising information related to available resources for a link in a communication network is provided. The network uses a source routing protocol using the advertised information for identifying a path to route a call. The method comprises advertising information to adjacent nodes linked to the node when the node receives a request for a connection, the request seeking resources exceeding the available resources for the link on the node being used to route the call. Further the

method may also advertise the information when the request seeking resources also is less than the last advertised resource value.

The method may comprise having adjacent nodes propagating the received information to their adjacent nodes, to update the entire network with the new information.

The method may advertise the information when the request seeks less resources than resources previously advertised as available for the link.

The method may be used in an ATM communication network.

The method may be used where the source routing protocol is a PNNI protocol.

Further the method may have the information contained in a resource availability information group (RAIG).

Further still the RAIG may be contained within a PNNI Topology State Element (PTSE) describing any element of PNNI network topology like horizontal link, up-link, summary address, or exterior reachable address.

Still further, the method may have the information related to available bandwidth information.

In a second aspect, an apparatus for advertising information relating to available resources for a node in a communication network is provided. The communication network uses a source routing protocol for identifying a path for a call routed utilizing the information related to the node. The apparatus comprises a communication switch associated with the node and a procedure operating on the switch for advertising the information relating to the available resources for the node to adjacent switches in the network. The switch advertises the information relating to the available resources when

the switch receives a request for a connection to be routed over the node and the request seeks resources exceeding the available resources for the node.

The apparatus may have the switch advertising the information relating to the available resources when the request seeks less resources than resources previously advertised as available for the node.

The apparatus may be used in an ATM network.

The apparatus may have the source routing protocol as a PNNI protocol.

The apparatus may have the information is contained within a resource availability information group (RAIG).

The apparatus may have the RAIG contained within a PNNI Topology State Element (PTSE).

The apparatus may have the information as available bandwidth information.

In other aspects, the invention provides various combinations and subsets of the aspects described above.

For a better understanding of the present invention and to show more clearly how it may be carried into effect, reference will now be made, by way of example, to the accompanying drawings which show the preferred embodiment of the present invention.

DETAILED DESCRIPTION OF THE EMBODIMENTS

The description which follows, and the embodiments therein, are provided by way of illustrating an example; or examples, of particular embodiments of principles of the present invention. These examples are provided for the purpose of explanation, and not limitations, of those principles. In the description which follows, like elements are marked throughout the specification and the drawings with the same respective reference numerals.

Generally, the embodiment provides a method and apparatus for communicating and utilizing resource information (for example, available bandwidth) in a communication network that utilizes source routing and significant resource change detection.

By understanding bandwidth information as it relates to the network topology, source nodes generating connection set-up messages can route the connection set-up messages in an intelligent manner that avoids portions of the network, where bandwidth may not support bandwidth requirements for the connection being routed.

Aspects of the embodiment can be better understood with reference to Figures 1-4. Figure 1 illustrates a communication network 100, which may be a packet- or cell-based communication network. The communication network 100 may be an asynchronous transfer mode (ATM) network that uses ATM cells to carry data traffic through the network. The network 100 allows the originating parties 10 to communicate with the destination parties 20 by establishing a connection through the various switches 30-36 included in the network 100. Each of the originating and destination parties 10 and 20 may be a router, a network coupled to a router, and or an end user device such as a personal computer, facsimile machine, video telephone, or any device that receives and

or transmits data via a communication network. When an originating party 10 requests that a connection be established with a destination party 20, the originating switch A 30 attempts to establish a connection with the destination switch D 33 such that packets or cells may traverse the network along the connection and be delivered to the destination party 20.

Source routing protocols allow each node within the network to determine a path to a particular destination based on that node's knowledge of the network topology. Typically, each of the various switches, or nodes, within the network stores a routing table or other database that includes parameters concerning the various links (i.e. topology) of the network that may be used in routing calls. When a path to a particular destination is to be determined, the table is consulted to determine a path to the destination. The selection of the path may include determining the most efficient path, where various criteria such as cost, bandwidth availability, and the like are taken into account. Only the last advertised values for such criteria are used. These values may be different from the current values for these criteria especially, if a "significant change" concept is employed in updating the network with changes in values of some of these criteria.

For example, if the originating switch A 30 wishes to establish a connection with the destination switch D 33, a likely path may route the connection through the switch B 31 and the switch C 32. The path is selected by the source node that determines a path that satisfies a call's bandwidth requirements based on the last advertised bandwidth by the nodes in the network. If the bandwidth available on link to egress switch C32 does not satisfy the call, because the link's bandwidth decreased but the change has been deemed insignificant, so switch A 30 still believes that there is enough bandwidth and issues a connection set-up message that traverses the network along the determined path to establish the connection. The connection set-up message blocks on a link the call uses to egress switch C 32, because the link does not have sufficient bandwidth to handle the call. In prior art systems, the node C 32 issues a RELEASE message with crankback to the source node of the call that may include the current AvCR on the link and the fact that the call blocked because of the bandwidth not being available. The call may then be

rerouted by the source node to avoid either that link, or that node entirely. However, any subsequent calls from the source node or from any other node in the network requiring more bandwidth than available on the link that blocked the call would try to utilize the link again if the outdated, last advertised bandwidth value satisfies call's bandwidth requirements.

The embodiment provides improved use of routing protocol in a communication network utilizing PNNI routing and signaling protocols. Specifics regarding PNNI routing and signaling protocol may be found in the "Private Network-Network Interface Specification Version 1.0" as published by the ATM Forum in March of 1996, which is incorporated herein by reference.

In particular, it is known that PNNI protocol specifies two separate, but interrelated, protocols and functions to achieve the goal of controlling the user packet or cell stream between nodes and networks. It defines how switched virtual connections are established and then automatically re-routed (if necessary) between network switches.

A PNNI routing protocol is defined for distributing topology information between switches and clusters of switches. This information is used to compute paths for the user packet or cell stream through the network. A hierarchy mechanism ensures that the PNNI protocol scales well for large world-wide ATM networks. A key feature of the PNNI hierarchy mechanism is its ability to automatically configure itself in networks in which the address structure reflects the topology. PNNI topology and routing is based on the well-known link-state routing technique.

A PNNI signaling protocol uses messages to establish point-to-point and point-to-multipoint connections across the ATM network. This protocol is based on the ATM Forum UNI signaling, with mechanisms added to support source routing, and crankback to earlier nodes and alternate routing of call setup requests to route around an intermediate node that blocks a call request.

PNNI routing applies to a network of lowest-level nodes. Data passes through lowest-level nodes to other lowest-level nodes and to end systems. End systems are

points of origin and termination of connections. Physical links that attach a switching system at a node with a switching system at another node are duplex in that traffic may be carried in either direction. However, physical link characteristics may be different in each direction, either because the capacities are different or because existing traffic loads differ. While efficient for smaller networks, this structure is less efficient for larger networks because each node must maintain the topology of the entire network.

To improve efficiency for larger networks, the PNNI hierarchy begins at the lowest level where the lowest-level nodes are organized into peer groups. A logical node in the context of the lowest hierarchy level is a lowest-level node. For simplicity, logical nodes are often denoted as nodes. A peer group is a collection of logical nodes, each of which exchanges information with other members of the group, such that all members maintain an identical view of the group.

Each node communicates with its adjacent node neighbors and thereby determines its local state information. This state information includes the identity and peer group membership of the node's immediate neighbors, and the status of its links to the neighbors. Each node then bundles its state information in PNNI Topology State Elements (PTSEs), which are reliably flooded throughout the peer group.

Flooding is the reliable hop-by-hop propagation of PTSEs throughout a peer group. It ensures that each node in a peer group maintains an identical topology database. Flooding is the advertising mechanism in PNNI. In essence, the flooding procedure is as follows. PTSEs are encapsulated within PNNI topology state packets (PTSPs) for transmission. When a PTSP is received, its component PTSEs are examined. Each PTSE is acknowledged by encapsulating information from its PTSE header within an Acknowledgment Packet, which is sent back to the sending neighbor. If the PTSE is new or of more recent origin than the node's current copy, it is installed in the topology database and flooded to all neighbor nodes except the one from which the PTSE was received. A PTSE sent to a neighbor is periodically retransmitted until acknowledged.

PTSEs are the smallest collection of PNNI routing information that is flooded as a unit among all logical nodes within a peer group. A topology database of a node consists

of a collection of all PTSEs received, which represent present view of that node of the PNNI routing domain. In particular the topology database provides all the information required to compute a route from the given node to any address reachable in or through that routing domain.

Every node generates a PTSE that describes its own identity and capabilities, as well as information used in establishing the PNNI hierarchy. This is referred to as the nodal information. PTSEs contain, among other things, topology state parameters (i.e. link state parameters, which describe the characteristics of logical links, and nodal state parameters, which describe the characteristics of nodes). Flooding is an ongoing activity, i.e. each node issues PTSPs with PTSEs that contain updated information. The PTSEs contained in topology databases are subject to aging and get removed after a predefined duration if they are not refreshed by new incoming PTSEs. Only the node that originally originates a particular PTSE can reoriginate that PTSE.

The PNNI signaling protocol sets up the ATM connections for a call along the path determined by the routing protocol. The routing protocol uses two levels of addresses, topology and end user, in a hierarchical manner. Through the exchange of topology information over PNNI links, every node learns about available bandwidth, cost, and quality of service (QoS) metrics in a hierarchically summarized version of the entire network. The source node uses these metrics to choose the best route to meet the requested bandwidth and QoS criteria. The information about the source-to-destination path is computed at the source node and placed in a Designated Transit List (DTL) in the signaling message originated by the source. The DTL includes every node used in transit across the peer group. Intermediate nodes in the path expand the DTL in their domain, and crankback to find alternative paths if a node within their domain blocks the call.

The source PNNI node (DTL originator or Peer Group entry border node) determines a path across the network based on the requested QoS and its knowledge of the network state obtained from the flooded PTSEs. In a dynamically changing network, the source node has only an imperfect approximation to the true network state. This imperfection occurs because the flooded information is always older than the current

network state. The result is that the source node's calculation of the best path as listed in the DTL may result in a call being blocked at a node because the next link does not have enough bandwidth to connect the call.

PTSEs are reissued both periodically, typically every half an hour, and on an event driven basis. It is not practical to reissue a PTSE for each bandwidth change as it would require significant resources to distribute the changes and to act upon them. These resources would often need to be taken from resources available for call setup and would decrease overall network efficiency. As a result, the event that triggers a node to reissue its PTSE is a "significant change" in the available bandwidth, or the available cell rate (AvCR). AvCR is a measure of available bandwidth in cells per second for each traffic class as applied to a single network link or node in route determination.

As introduced earlier, changes in AvCR are measured in terms of a proportional difference from the last value advertised. A proportional multiplier (AvCR_PM) parameter, expressed as a percentage, provides flexible control over the definition of significant change for AvCR. There is also a minimum threshold (AvCR_mT) parameter, expressed as a percentage of the maximum cell rate, which ensures that the range of insignificance is non-zero.

Given a previous advertised value for AvCR the network can establish an upper bound and a lower bound for AvCR values which define a range of insignificance. Any new value for AvCR computed that is within the bounds is not a significant change from the previous value. Any new value for AvCR that is outside the bounds is a significant change.

Once the available bandwidth on a link reaches some lower bound, all subsequent changes in bandwidth below this value are deemed insignificant until available bandwidth reaches 0.

The significant change based reissue of PTSEs has the following drawback: as a link's bandwidth decreases below the last advertised value but does not cross the significant change threshold, no new advertisement is issued for that link. The other

nodes in the network, unaware of the decrease in bandwidth keep using the link's last advertised bandwidth in their path computations, even though the actual value is quite likely less than this last advertised value. If the call's bandwidth requirements are greater than the bandwidth currently available on that link, the call blocks when it attempts to use that link

An advertisement message may use a resource availability information group (RAIG) data structure that is available in PNNI networks to communicate status of resources available at a node to other nodes. The RAIG includes information used to attach values of topology state parameters to nodes, links, and reachable addresses. Table A illustrates an example RAIG data set. The RAIG may be incorporated into the PTSE of the node.

TABLE A: Resource Availability Information Group Data Structure

Offset	Size (Octets)	Name	Function/Description
0	2	Type	Type = 128 for outgoing resource availability information Type = 129 for incoming resource availability information
2	2	Length	
4	2	RAIG Flags	For Bit definitions see Table 5-23 RAIG Flags.
6	2	<i>Reserved</i>	
8	4	Administrative Weight	Default value = DefaultAdminWeight, additive
12	4	Maximum Cell Rate	Units : cells/second
16	4	Available Cell Rate	Units : cells/second
20	4	Cell Transfer Delay	Units : microseconds
24	4	Cell Delay Variation	Units : microseconds
28	2	Cell Loss Ratio (CLP=0)	Encoded as the negative logarithm of the value, i.e., the value n in a message indicates a CLR of 10^{-n}
30	2	Cell Loss Ratio (CLP=0+1)	Encoded as the negative logarithm of the value, i.e., the value n in a message indicates a CLR of 10^{-n}

Optional GCAC related information:			
32	2	Type	Type = 160 (optional GCAC parameters)
34	2	Length	
36	4	Cell Rate Margin	Units : cells/seconds
40	4	Variance Factor	Units of 2^8 . Note : the value of 0xFFFFFFFF for Variance Factor is used to indicate infinity

A separate available cell rate value may be advertised for each service category to describe the bandwidth available on the node to support new calls. The actual bandwidth available for new calls is determined by Call Admission Control (CAC). PNNI does not change this, but rather advertises these values to other PNNI nodes to be used by GCAC when routing new calls.

Continuing with the example of the embodiment, Figure 2 illustrates a bandwidth monitoring processor 158 that may be included in the switch C 32 of the communication network 100 of Figure 1. The switch C 32 is capable of detecting connection admission control failures because of unavailable bandwidth and providing a corresponding available bandwidth notification to additional switches, or nodes, within the communication network 100. Once communicated to the additional switches, the new available bandwidth information can be utilized to perform network functions. Such functions include sending connection set-up messages or control plane datagram messages only when the bandwidth requirement is satisfied by the link's new advertised bandwidth value.

The bandwidth monitoring processor 158 included within the switch 32 includes a processing module 152 and memory 154. The processing module 152 may include a single processing entity or a plurality of processing entities. Such a processing entity may be a microprocessor, microcontroller, microcomputer, digital signal processor, central processing unit, state machine, group of logic circuitry, or any device that processes information based on operational or programming instructions.

The memory 154 may be a single memory device or a plurality of memory devices. Such a memory device may be a read-only memory device, random access memory device, floppy disk, hard drive memory, magnetic tape memory, DVD memory,

or any device that stores digital information. Note that when the processing module 152 has one or more of its functions performed by a state machine or logic circuitry, the memory containing the corresponding operational instructions is embedded within the state machine or logic circuitry.

The memory 154 stores programming or operating instructions that, when executed by the processing module 152, cause the processing module 152 to perform the method illustrated in Figure 3. Note that various steps included within the method of the embodiment may be performed utilizing hardware separate from the processing module 152 or included within the processing module 152 that is not dependent upon operational instructions included within the memory 154.

Accordingly, the embodiment utilizes and modifies aspects of PNNI routing to improve advertisement of information for a node to address limitations of the known PNNI signaling and routing protocols. The embodiment is compliant with the PNNI communication standards.

An important feature of the embodiment is a triggering mechanism for advertising information related to a link. When the call blocks on a link used to egress switch C 32 because the link does not satisfy the call's bandwidth requirements yet it satisfies the last advertised bandwidth, the embodiment provides the means to communicate the new available bandwidth on the link to all nodes in the network. In addition to prior art procedures described above, switch C 32 triggers a new bandwidth advertisement containing the current available bandwidth for the link that blocked the call. The new advertisement updates network's view of the link and allows all nodes in the network, including the source node A 30, to exclude the link for calls that require more bandwidth than currently available on the link.

Using PNNI, the embodiment may be implemented by issuing a new horizontal link, up-link, or reachable address (whichever applies) PTSE advertisement whenever a call blocks as described above. The PTSE advertisement may include an appropriate RAIG, as described in Table A. New bandwidth information may be included in the field "Available Cell Rate" of Table A.

It will be appreciated that the embodiment provides the following:

1. A mechanism to reduce call blocking by updating network topology as needed when the calls block because of the out-of-date advertisements;
2. A mechanism to decrease the call setup latency and network load. Nodes can quickly react to notification of blockage of calls and avoid links that have inadequate resources;
3. A mechanism to decrease probability of a call failing as again network topology is updated as soon as the old advertisement negatively affect setup of calls; and
4. A mechanism to decrease network resources required to update bandwidth changes, as significant change can be defined more conservatively allowing network to re-advertise new bandwidth values only when the last advertised values cause other nodes to block the calls.

The mechanism of the embodiment ensures the AvCR advertisements occur when the calls block because of the lack of bandwidth in the 0 to $\text{MaxCR} \times \text{AvCR_MT}$ node bandwidth range and when the significant change in node advertisements is configured too conservatively (i.e. calls start blocking in CAC before the node advertises significant bandwidth change as the available bandwidth decreases).

Referring to Figs. 1 and 3, an example of the implementation of the embodiment in PNNI routing is shown. Here, the link the call uses to egress node C 32 is an OC-12 trunk group having a MaxCR of approximately 620 Mbps. Accordingly, with a value of AvCR_MT of 1%, the smallest possible value in the embodiment, all available bandwidth changes, when the available bandwidth is between 0 Mbps to 6.2 Mbps, are deemed insignificant, and thus are not advertised.

In a first scenario, a call is requesting bandwidth in range 300 which is below the current AvCR value. The call is admitted. No new advertisement is issued for this node, since the bandwidth has yet not reached 0 Mbps (as per PNNI Specification 1.0).

In a second scenario, a call is requesting bandwidth in range 302 which is above the current AvCR value, but below the last advertised AvCR value. For example, node F 35 in the network 100 is source-routing 5 Mbps calls, i.e. in bandwidth 302, such that the DTL paths include the OC-12 link on node C 32 (the node is included, since the last advertised bandwidth satisfies calls' bandwidth requirements). Accordingly, the calls are sent using the computed paths through node C 32, block at node C 32, and are cranked back towards the source node, which then needs to re-route the calls.

In absence of the mechanism implemented in the embodiment, the above scenario continues for all call attempts that require more than 1.5 Mbps, i.e. in the range of bandwidth 302, until either one of the following occurs:

1. Bandwidth on the node increases enough to accept the blocked calls;
2. Bandwidth on the node drops to 0 and a new advertisement is issued; or
3. PNNI Protocol event causes a new advertisement that will have an up-to-date node's data.

However, with the mechanism of the embodiment, the first blocked call triggers a new advertisement with the updated AvCR value of 1.5 Mbps, i.e. in the range of bandwidth 302. The source node and all other nodes in the network receive the new advertisement, re-compute their routing tables, and no longer use the OC-12 link on node C32 to route 5 Mbps calls (the link no longer satisfies calls' bandwidth requirements). Note, that if the source node cannot correctly act on the new advertisement (i.e. does not perform GCAC during a path selection), the calls may still be routed using paths including the node and will keep failing in CAC. However, no new advertisement is issued in such cases, as the calls' required bandwidth is greater than the last advertised value for the node.

If, in a third scenario, a call is requesting a bandwidth in range of 304 (a bandwidth exceeding the last advertised AvCR value), the call is rejected in CAC and no new advertisement is issued, since the call's requested bandwidth is greater than the last advertised value.

Referring to Figure 4, an implementation of the embodiment is shown. Figure 4 illustrates the originating switch A 30 of Figure 1, which is shown to include a connection processor 138. The connection processor 138 enables the originating switch A 30, or any other switch within the network, to receive and interpret call block indication messages and apply them such that network efficiency is increased. The connection processor 138 includes a processing module 132 and memory 134. As before, the processing module 132 may include a variety of different processing entities, and the memory 134 may be one or more of a variety of different memory devices. A non-exhaustive list of potential processing entities and memory structures was identified with respect to the processing module 152 and the memory 154 described with respect to Figure 2, above.

The memory 134 stores programming or operating instructions that allow the processing module 132 to perform call re-routing. It will be appreciated by those skilled in the art that the re-routing may be implemented in software and hardware.

Switch A 30 may have a database containing network topology information and bandwidth availability information for the nodes in the network. The information in the database may be used by switch A 30 to create new paths in a path computation to either include or exclude a link, based on the bandwidth requested by a call going through the node.

It will be appreciated that other embodiments may trigger advertisements when a different resource, i.e. non-bandwidth resource, associated with a node undergoes similar consumption issues as with those for bandwidth, as described above.

It should be understood that the implementation of variations and modifications of the invention and its various aspects will be apparent to those of ordinary skill in the art, and that the invention is not limited to the specific embodiments described. It is therefore contemplated to cover by the present invention, any and all modifications, variations or equivalents that fall within the spirit and scope of the basic underlying principles disclosed and claimed herein.

4. Brief Description of Drawings

Figure 1 illustrates a block diagram of a data communication network in accordance with an embodiment of the present invention.

Figure 2 illustrates a block diagram of a bandwidth monitoring processor in accordance with an embodiment of Fig. 1.

Figure 3 illustrates an example bandwidth usage and advertisements issued by the embodiment of Fig. 1.

Figure 4 illustrates a block diagram of a connection processor in accordance with an embodiment of Fig. 1.

Fig. 1

The available bandwidth for C does not support the bandwidth required by the call and is smaller than the last advertised bandwidth for the link

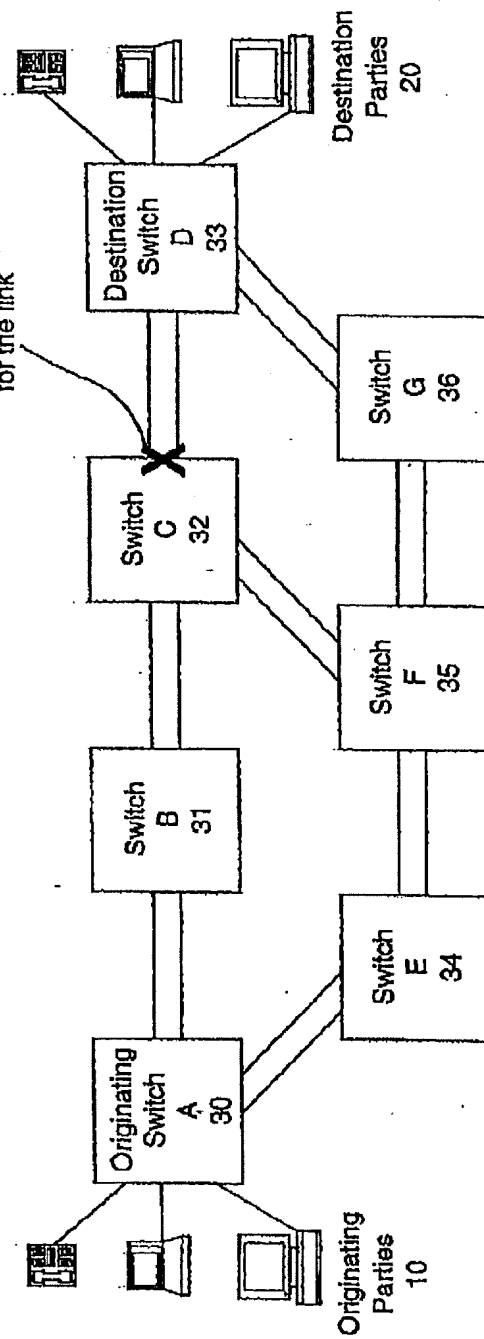
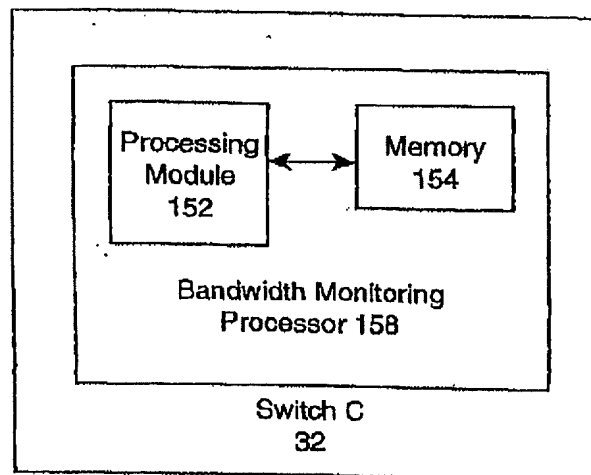
**Figure 1**

Fig. 2**Figure 2**

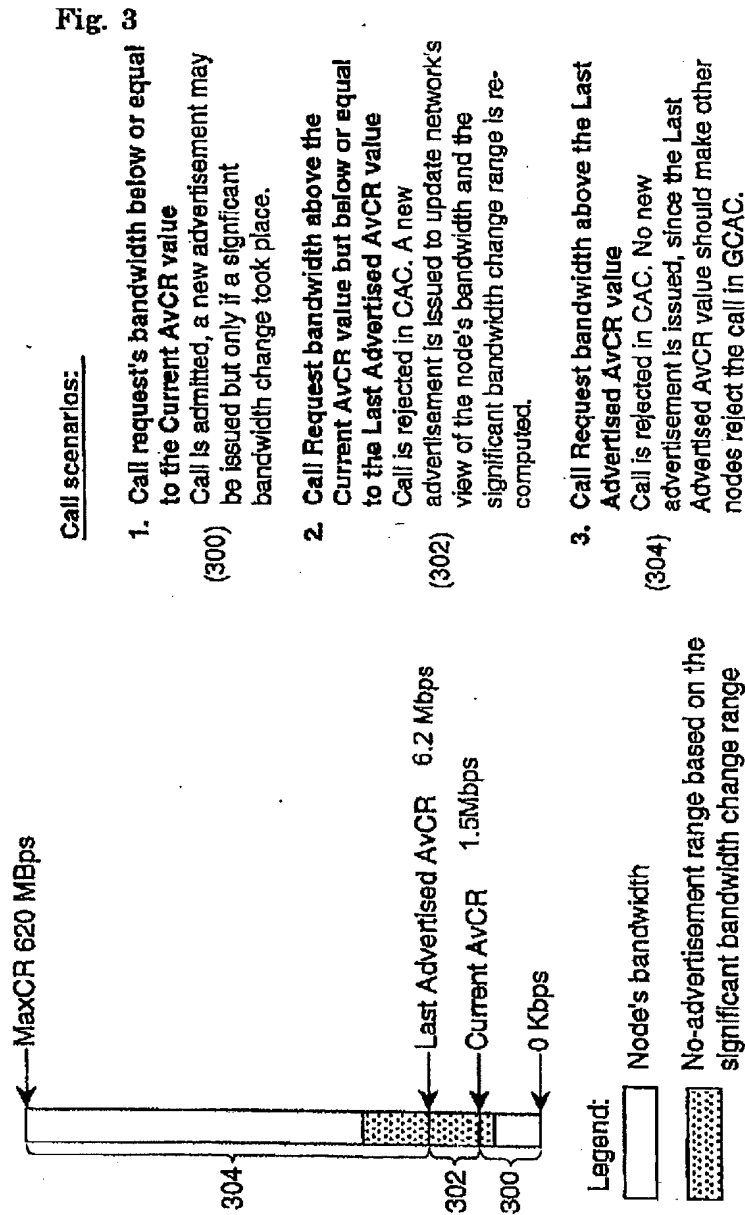
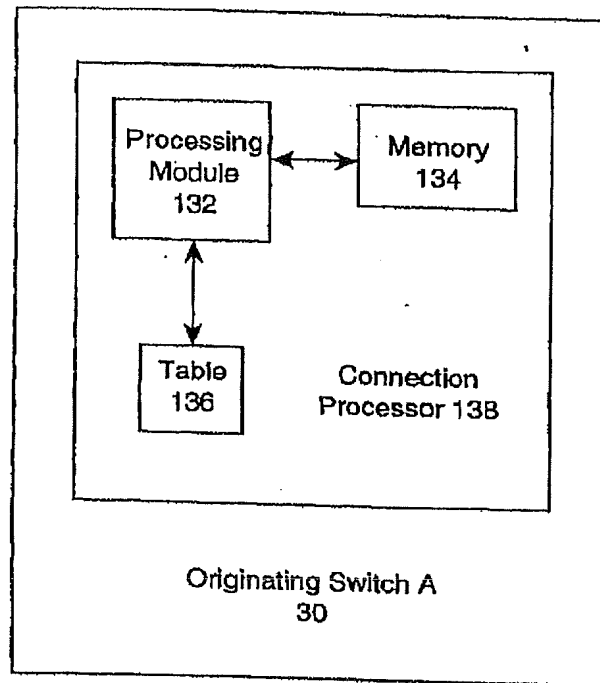


Figure 3

Fig. 4**Figure 4****1. Abstract**

Advertising available resource information for a link in a communication network is provided. The network uses a source routing protocol. The source routing protocol uses the available resource advertisements for identifying a path for a call routed through the node in the network. The method advertises the available resource information for the node to adjacent nodes linked to the node in the network when the node receives a request for a connection to be routed over the link, the request seeking resources exceeding available resources for the link, but not exceeding the last advertised resources for the link.

2. Representative Drawing**Fig. 1**